

51

Int. Cl.:

H 03 c, 1/54

IDS Doc. Ref. AK24  
for Appl. No. 09/476,092

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



52

Deutsche Kl.: 21 a4, 14/01

10

11

21

22

43

# Offenlegungsschrift 1936 252

Aktenzeichen: P 19 36 252.8

Anmeldetag: 16. Juli 1969

Offenlegungstag: 28. Januar 1971

Ausstellungspriorität: —

30

Unionspriorität

32

Datum: —

33

Land: —

31

Aktenzeichen: —

54

Bezeichnung: Modulator oder Demodulator in integrierter Technik

61

Zusatz zu: —

62

Ausscheidung aus: —

71

Anmelder: Siemens AG, 1000 Berlin und 8000 München

Vertreter: —

72

Als Erfinder benannt: Möhrmann, Dipl.-Ing. Karl-Heinz, 8000 München

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —

1936 252

1936252

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT  
Berlin und München

München 2, den 16. JULI 1969  
Wittelsbacherplatz 2

PA 69/2632

Modulator oder Demodulator in integrierter Technik

Die Erfindung betrifft einen integrierbaren aktiven Modulator oder Demodulator mit unsymmetrischem Eingang und unsymmetrischem Ausgang.

In der Trägerfrequenztechnik und auch auf anderen Gebieten der elektrischen Nachrichtentechnik werden zur Zeit aktive oder passive Modulatoren verwendet, die mindestens einen Übertrager verwenden. Derartige Schaltungen sind für die Übertragung in die integrierte Schaltungstechnik wenig geeignet, da sich Induktivitäten und Übertrager nur auf dem Umweg über Gyratoren und ähnliches und auch dann nur mit hohem Aufwand realisieren lassen. Bekannt sind Schaltungen mit zum Teil integrierten Elementen, bei denen zusätzlich Übertrager in konzentrierter Bauweise angeschlossen werden. Bisher bekannte Schaltungen, die nur aus Widerständen, Kondensatoren und Halbleiterbauelementen, wie Dioden und Transistoren, bestehen, haben den Nachteil, daß sie zum Teil einen recht hohen Aufwand erfordern, und daß außerdem das Eingangssignal symmetrisch sein muß.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Modulator oder Demodulator der einleitend genannten Art anzugeben, der eine integrierbare Ausführung bei relativ geringem schaltungstechnischen Aufwand ermöglicht und daher als Ersatz für Ringmodulatoren, insbesondere in frequenzumsetzenden digitalen Filtern, Anwendung finden kann.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe dadurch gelöst, daß der Modulator aus einer Eingangsstufe mit zwei getrennten, gleiche Ausgangssignalamplituden abgebenden Ausgängen besteht, die über je einen Schaltervierpol an eine Ausgangsstufe angeschaltet sind, die die Ausgangssignale der beiden Schaltervierpole zusammenfaßt. Die Schaltervierpole werden wechselweise im Takt einer Trägerfrequenzschwingung betätigt. Die Phase eines der beiden Ausgangssignale der Eingangsstufe wird dabei entweder in der Eingangsstufe oder nach Durchlaufen des entsprechenden Schaltervierpols in der Ausgangsstufe um  $180^\circ$  verschoben.

Bei Phasendrehung in der Eingangsstufe ist es vorteilhaft, die Eingangsstufe als Phasenumkehrstufe auszubilden, deren Ausgangssignalamplituden gegenphasig gleich sind. Bei Phasendrehung in der Ausgangsstufe ist die Ausgangsstufe vorzugsweise als Differenzverstärker ausgebildet und die Phase eines der Ausgangssignale der Eingangsstufe erscheint am Ausgang des Differenzverstärkers um  $180^\circ$  verschoben.

Da es auf Grund der Schaltzeiten der Schaltelemente schwierig ist, den einen Schaltervierpol zum gleichen Zeitpunkt zu öffnen, an dem der andere Schaltervierpol schließt und umgekehrt, ist es günstig, die Schaltelemente in den beiden Schaltervierpolen durch zwei von der Trägerschwingung abgeleitete, um  $180^\circ$  verschobene Rechteckimpulsfolgen zu steuern, deren Verhältnis von Impulsdauer zu Impulspause kleiner als 1 ist. Es ist dann sichergestellt, daß jeweils nur ein Schaltervierpol für das Ausgangssignal der Eingangsstufe durchlässig ist. Bei einem Verhältnis von Impulsdauer zu Impulspause von  $1/2$  ergibt sich der weitere Vorteil, daß die dritte Harmonische der Schaltfrequenz in der

entstehenden Umpolfunktion nicht enthalten ist, wie sich mit Hilfe einer Fourier-Analyse feststellen läßt.

Vorteilhaft ist es auch, in den beiden Schaltervierpolen Feldeffekttransistoren zu verwenden, da die Offsetspannung bei Feldeffekttransistoren gegenüber der Offsetspannung bei üblichen Transistoren verschwindend gering ist.

Durch einen Aufbau des Modulators in der oben beschriebenen Art läßt sich erreichen, daß für die Schaltung des Modulators nur Widerstände und Halbleiterelemente, wie Transistoren und Dioden, erforderlich sind. Ein Aufbau des Modulators in integrierter Bauform ist daher besonders einfach zu realisieren. Ein besonders bevorzugtes Anwendungsgebiet dieses Modulators ist daher die Anwendung in frequenzumsetzenden digitalen Filtern in integrierter Bauform.

Einige Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Modulators werden anhand der Zeichnungen noch näher erläutert. Es zeigen

Fig.1 einen Modulator mit gegenphasigen Ausgängen der Eingangsstufe,

Fig.2 einen weiteren Modulator mit gegenphasigen Ausgängen der Eingangsstufe,

Fig.3 einen Modulator mit gegenphasigen Eingängen der Ausgangsstufe,

Fig.4 ein bevorzugtes weiteres Ausführungsbeispiel eines Modulators mit gegenphasigen Ausgängen der Eingangsstufe,

Fig.5 den zeitlichen Verlauf einer Rechteckimpulsfolge zur Steuerung der Schaltervierpole der Modulatoren nach den Fig.1 bis 4.

Der Modulator nach Fig.1 enthält eine Eingangsstufe I mit dem Eingang E, dem Transistor  $T_0$ , dem Basisspannungsteiler mit den Widerständen  $R1_0$  und  $R2_0$ , den Arbeitswiderständen  $R3_0$  und  $R4_0$  und den gegenphasigen Ausgangsanschlüssen A1 und A2, die mit den Eingangsanschlüssen E1 und E2 der Schaltervierpole SV1 und SV2 verbunden sind. Die Ausgangsanschlüsse A3 und A4 der Schaltervierpole sind parallelgeschaltet. Der Modulator stellt einen Gegentaktmodulator dar, bei dem beide Schaltervierpole abwechselnd durch einen von der Trägerschwingung abgeleiteten Takt S1 bzw. S2 in Form einer Rechteckimpulsfolge gesperrt oder durchgeschaltet werden. Am gemeinsamen Ausgang A der beiden Schaltervierpole ergeben sich in an sich bekannter Weise die das Eingangssignal darstellenden Seitenbänder der Frequenz der Trägerschwingung bei gleichzeitiger Unterdrückung des Trägers.

Die weiteren Ausführungsbeispiele nach den Figuren 2 bis 4 sind ebenfalls Gegentaktmodulatoren. Der Modulator nach Fig.2 enthält wiederum eine Eingangsstufe I mit zwei Verstärkern V1 und V2, deren gegenphasige Ausgangsanschlüsse A1 und A2 mit den Eingangsanschlüssen E1 und E2 zweier Schaltervierpole SV1 und SV2 verbunden sind. Die Ausgangsanschlüsse A3 und A4 der beiden Schaltervierpole sind mit den Eingangsanschlüssen eines die Ausgangsstufe darstellenden Summierers mit dem Ausgang A verbunden. Die Schaltervierpole SV1 und SV2 enthalten zwei Feldeffekttransistoren FET 1 und FET 2. Ihre Elektroden sind mit den bei Feldeffekttransistoren üblichen Bezeichnungen S = Source oder Kathode, D = Drain oder Anode und G = Gate oder Gitter versehen. Die Takte S1 und S2 sind den Gittern G der Feldeffekttransistoren über Spannungsteiler, bestehend aus der Reihenschaltung einer Diode D1 bzw. D2 mit einem Widerstand R3 bzw. R4, zugeführt. Die Ausgangsanschlüsse A1 und A2 der Eingangs-

stufe I sind über die u.a. der Entkopplung dienenden Widerstände R1 und R2 unmittelbar mit den Ausgangsanschlüssen A3 und A4 verbunden. Die Feldeffekttransistoren FET 1 und FET 2 sind mit ihrer Anode D jeweils an den gemeinsamen Verbindungspunkt des Widerstandes R1 bzw. R2 mit dem Ausgangsanschluß A3 bzw. A4 angeschaltet und bilden unter Berücksichtigung ihrer auf Erdpotential liegenden Kathoden K einen steuerbaren Kurzschluß für die Ausgänge der Schaltervierpole. In diesem Fall ist es unbedingt erforderlich, daß die Ausgangsstufe II eine Summierstufe ist, da sonst das Ausgangssignal des gesamten Modulators kurzgeschlossen würde.

Der Modulator nach Fig.3 enthält als Eingangsstufe I zwei Eingangsverstärker V1 und V2', von denen im Unterschied zum Verstärker V2 nach Fig.2 auch der Verstärker V2' zwischen Ein- und Ausgang keine Phasendrehung aufweist. Die sich an die Eingangsstufe I anschließenden Schaltervierpole SV1 und SV2 haben im Prinzip den gleichen Aufbau wie die Schaltervierpole nach Fig.2. Sie unterscheiden sich hiervon lediglich durch die Verwendung von normalen Transistoren T1 und T2 anstelle von Feldeffekttransistoren FET 1 und FET 2 und den Ersatz der Dioden D1 und D2 im Steuerkreis durch die Widerstände R5 und R6. Die Ausgangsstufe II ist hier ein Differenzverstärker, der die für die Funktion eines Gegentaktmodulators erforderliche Phasenumkehr in einem der beiden Übertragungswege bewirkt.

Fig.4 zeigt ein besonders vorteilhaftes Ausführungsbeispiel für einen Gegentaktmodulator nach der Erfindung. Seine Eingangsstufe I ist mit der Eingangsstufe I des Modulators nach Fig.2 identisch. Während beim Ausführungsbeispiel nach Fig.2 die Feldeffekttransistoren

FET 1 und FET 2 der Schaltervierpole SV1 und SV2 im Sinne steuerbarer Kurzschlüsse mit ihren Anoden-Kathodenstrecken den Ausgängen der Schaltervierpole parallel geschaltet sind, sind die Anoden-Kathodenstrecken der Feldeffekttransistoren FET1 und FET 2 hier im Sinne einer steuerbaren Unterbrechung der Verbindung zwischen dem Eingangsanschluß E1 bzw. E2 und dem Ausgangsanschluß A3 bzw. A4 dem Widerstand R1 bzw. R2 in Serie geschaltet. In diesem Fall kann der Takt S1 bzw. S2 dem Gitter G der Feldeffekttransistoren FET 1 bzw. FET 2 unmittelbar zugeführt werden, d.h. die beim Ausführungsbeispiel nach Fig.2 vorgesehenen Spannungsteiler kommen hier in Fortfall. Die Ausgangsstufe II ist hier ein Operationsverstärker V3, dessen invertierendem Eingang die Ausgangsanschlüsse A3 und A4 parallel angeschaltet sind. Der Operationsverstärker V3 kann entfallen, wenn durch eine entsprechende Eingangsschaltung das richtige Schaltverhalten der Feldeffekttransistoren FET 1 und FET 2 sichergestellt ist.

Der Vollständigkeit halber ist in Fig.5 noch der Verlauf der an den Steuereingängen der Schaltervierpole SV1 und SV2 anliegenden Takte S1 bzw. S2 über der Zeit  $t$  angegeben. Die Schaltervierpole SV1 und SV2 sind bei "0" für das Eingangssignal durchlässig, während sie bei "Z" gesperrt sind. Da es mit Halbleiterbauelementen kaum zu erreichen ist, daß zu dem Zeitpunkt, in dem der eine Schaltervierpol öffnet, der andere schließt, ist es günstig, von der Trägerschwingung zwei Rechteckimpulsfolgen der in Fig.5 gezeigten Form abzuleiten, bei der die Impulspause  $240^\circ$  und die Impulsdauer  $120^\circ$  einer Periode beträgt, und daß die Rechteckschwingungen der beiden Schaltervierpole um  $180^\circ$  gegeneinander verschoben sind. Dadurch ist sichergestellt, daß nur einer der beiden Schaltervierpole durchgeschaltet bzw. nicht

kurzgeschlossen ist. Durch das obengenannte Verhältnis von Impulsdauer zu Impulspause ergibt sich außerdem der Vorteil, daß die dritte Harmonische der Schaltfrequenz in der entstehenden Umpolfunktion nicht enthalten ist.

Die Schalteryvierpole SV1, SV2 nach den Figuren 2 und 3 können gegeneinander ausgetauscht werden. Auch besteht die Möglichkeit, die Feldeffekttransistoren FET 1 und FET 2 der Schalteryvierpole SV1 und SV2 nach Fig.4 durch gewöhnliche Transistoren zu ersetzen, die hierbei mit ihrer Emitter-Kollektorstrecke den Widerständen R1 und R2 in Serie zu schalten sind. Im übrigen ist festzustellen, daß Schalteryvierpole mit seriengeschalteten Transistoren auch an die Stelle der Schalteryvierpole nach den Figuren 1 bis 3 treten können.

5 Figuren

8 Patentansprüche



P a t e n t a n s p r ü c h e

1. Integrierbarer aktiver Modulator oder Demodulator mit unsymmetrischem Eingang und unsymmetrischem Ausgang, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Modulator aus einer Eingangsstufe mit zwei getrennten, gleiche Ausgangssignalamplituden abgebenden Ausgängen besteht, die über je einen Schaltervierpol an eine Ausgangsstufe angeschaltet sind, daß ferner die Schaltervierpole jeweils wechselweise im Takt einer Trägerfrequenzschwingung betätigt werden, daß außerdem die Ausgangsstufe die Ausgangssignale der beiden Schaltervierpole zusammenfaßt, und daß die Phase eines der beiden Ausgangssignale der Eingangsstufe entweder in der Eingangsstufe oder nach Durchlaufen des entsprechenden Schaltervierpols in der Ausgangsstufe um  $180^{\circ}$  verschoben ist.
2. Modulator nach Anspruch 1, bei dem die Phase eines der Ausgangssignale der Eingangsstufe gegenüber der Phase des anderen Ausgangssignals um  $180^{\circ}$  verschoben ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Eingangsstufe als Phasenumkehrstufe mit zwei gegenphasige amplitudengleiche Ausgangssignale abgebenden Ausgängen ausgebildet ist.
3. Modulator nach Anspruch 1, bei dem die Phase eines der Ausgangssignale der Eingangsstufe in der Ausgangsstufe um  $180^{\circ}$  verschoben ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Ausgangsstufe als Differenzverstärker ausgebildet ist.
4. Modulator nach Anspruch 1, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß zum Betätigen der beiden Schaltervierpole zwei von der Trägerschwingung abge-

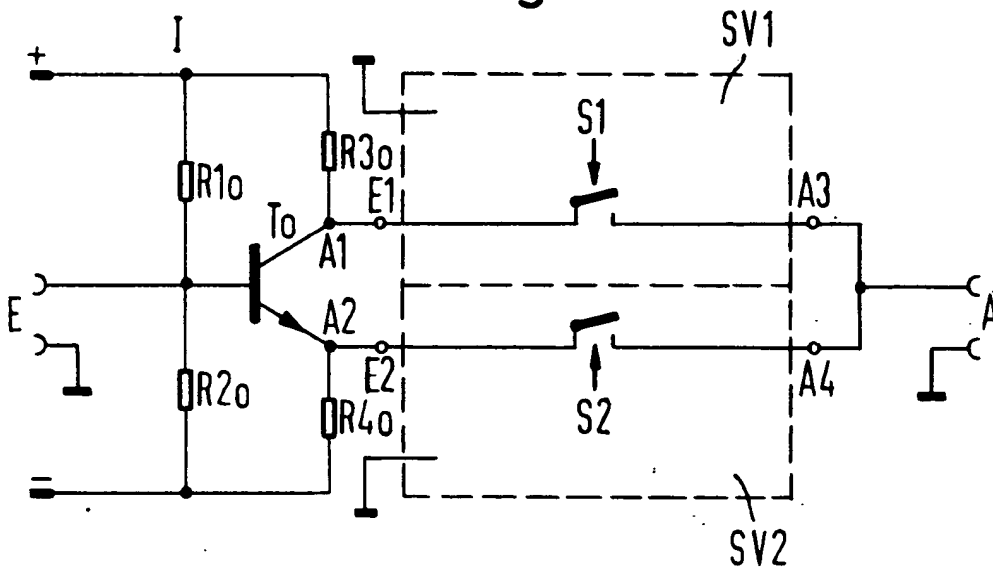
leitete, um  $180^0$  gegeneinander verschobene Rechteckimpulsfolgen vorgesehen sind.

5. Modulator nach Anspruch 4, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das Verhältnis von Impulsdauer zu Impulspause der von der Trägerschwingung abgeleiteten Rechteckimpulsfolge kleiner als 1, vorzugsweise zu  $1/2$  gewählt ist.
6. Modulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß in den Schaltervierpolen Feldeffekttransistoren als Schaltelemente vorgesehen sind.
7. Modulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Schaltung des Modulators nur Widerstände und Halbleiterelemente, wie Transistoren und Dioden, enthält.
8. Modulator nach einem der vorhergehenden Ansprüche, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Modulator insbesondere zur Anwendung in frequenzumsetzenden digitalen Filtern vorgesehen ist.

21 a 4 14-01 AT: 16.07.1969 OT: 28.01.1971

-11. 1936252

**Fig.1**



**Fig.2**

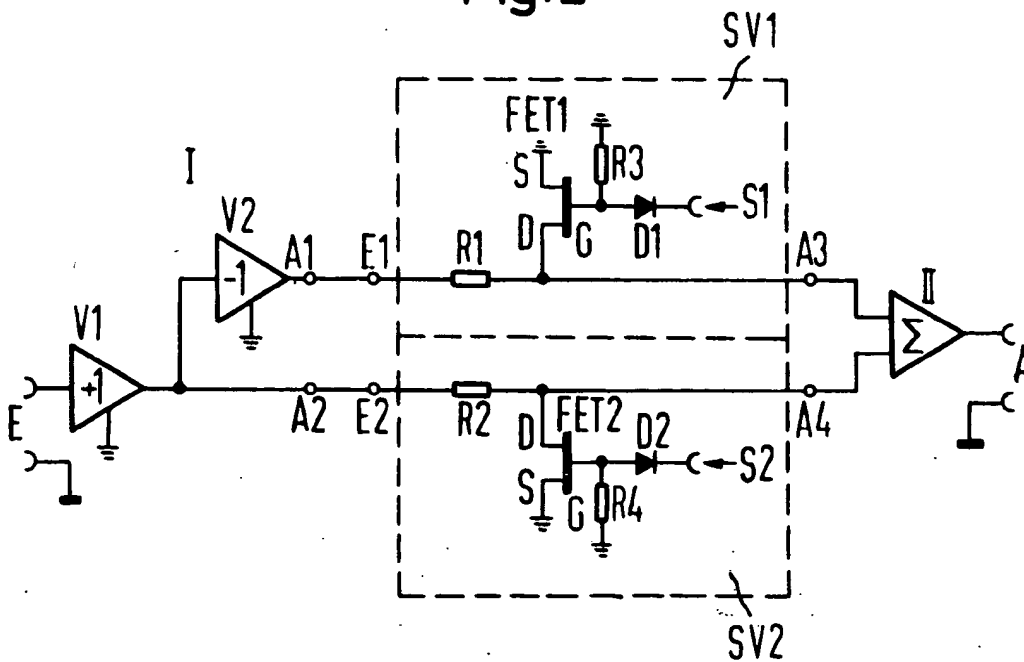


Fig.3

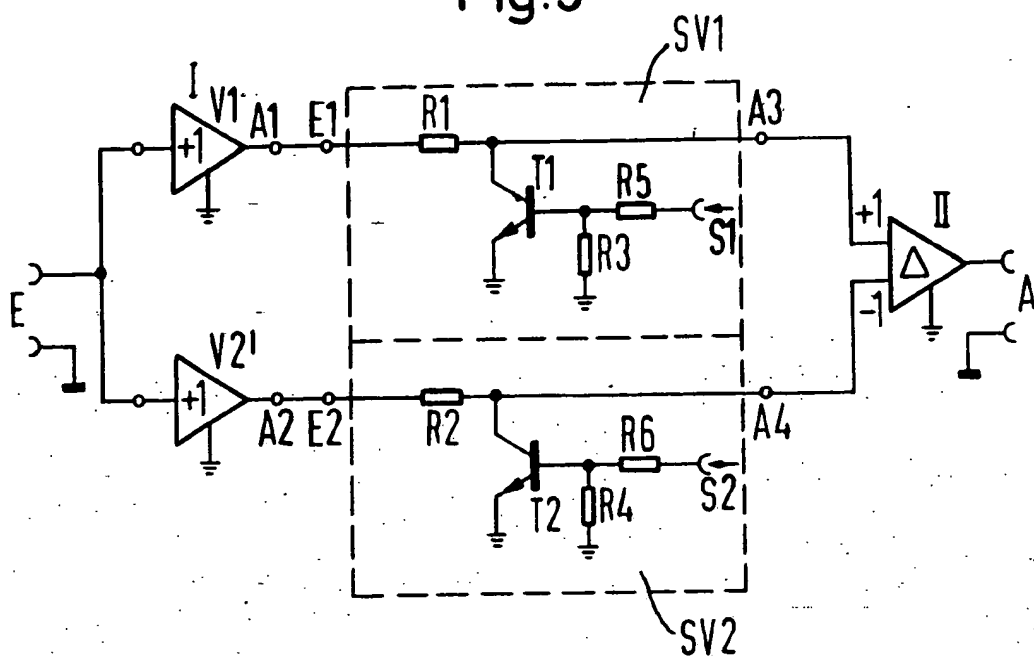


Fig.4

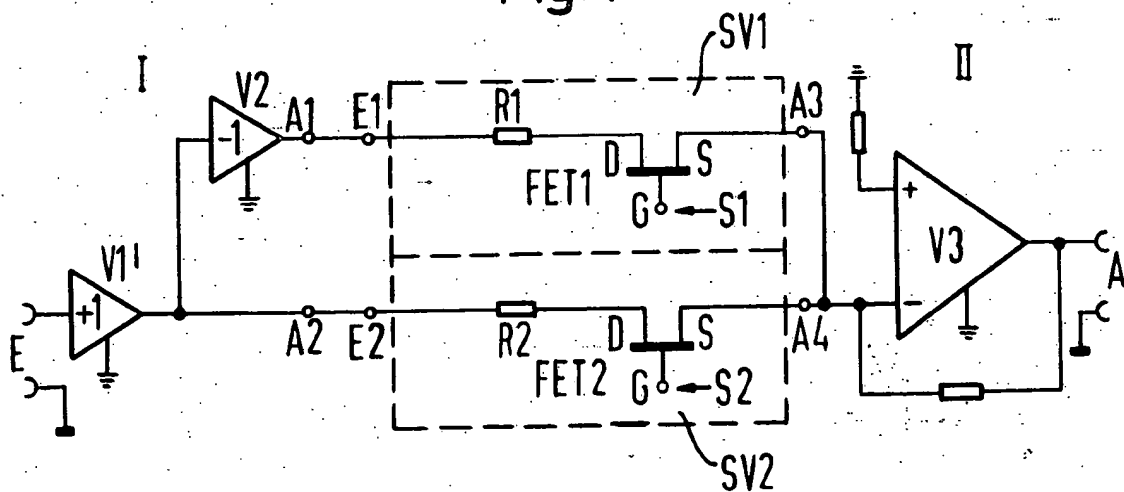


Fig.5

